

#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Patent Application of)	
)	
Akira KOUCHIYAMA et al.)	
)	
Application No.: To Be Assigned)	Group Art Unit: To Be Assigned
)	
Filed: August 31, 2001)	Examiner: To Be Assigned
)	
For: OPTICAL DEVICE, METHOD FOR)	
PRODUCING THE SAME AND RECORDING)	
AND/OR REPRODUCING APPARATUS)	
EMPLOYING THE SAME)	

1017 U.S. PTO
09/943358
08/31/01

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior applications filed in the following foreign country is hereby requested and the right of priority provided under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

Japanese Patent Appl. No. 2000-267812, filed September 4, 2000

Japanese Patent Appl. No. 2000-267811, filed September 4, 2000

Japanese Patent Appl. No. 2000-267810, filed September 4, 2000

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application.

Respectfully submitted,

Dated: August 30, 2001

Ronald P. Kananen
Ronald P. Kananen
Reg. No. 24,104

RADER, FISHMAN & GRAUER P.L.L.C.
1233 20TH Street, NW, Suite 501
Washington, DC 20036
202-955-3750-Phone
202-955-3751-Fax



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1017 U.S. PTO
09/943358
08/31/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 9月 4日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-267812

出 願 人
Applicant(s):

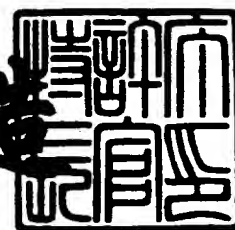
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 0000718901

【提出日】 平成12年 9月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 河内山 彰

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

 【氏名】 木島 公一朗

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

 【代表者】 出井 伸之

【代理人】

 【識別番号】 100067736

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086335

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100096677

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学材料よりなる基板の一方に面にドライエッチングにより光収束手段を形成する光学素子の製造方法において、

エッチングガスとして、酸素ガス、A r ガス、H e ガスから選ばれる少なくとも一種とフッ化炭素ガスとの混合ガスを用いることを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 2】 光学材料よりなる基板上に光学レンズの形状に対応するマスク材料を形成した後、熱処理を行うことによりマスク材料の形状を表面積が小さくなるように変形させ、ドライエッチングによりこのマスク形状に応じた形状の光収束手段を基板に転写形成することを特徴とする請求項 1 記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3】 上記熱処理の温度は、マスク材料のガラス転移温度よりも高く炭化温度よりも低いことを特徴とする請求項 2 記載の光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク等の光学記録媒体に対して情報信号の記録、再生を行う記録再生装置に用いられる光学素子の製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、光ディスクの光記録層側に光学系を配して高N A 化を図ることにより高密度記録を実現しようとした光ディスク装置が提案されている。

【0 0 0 3】

この光ディスク装置は、対物レンズとして、例えば特開平 1 0 - 1 2 3 4 1 0 号公報に示されるような 2 つのレンズを光収束手段として有する光学素子を用いている。

【0 0 0 4】

上記光学素子は、2つのレンズのうち光ディスク側のレンズ（以下、この光ディスク側のレンズを先玉レンズ、他方のレンズを後玉レンズと称する。）が、いわゆる半球レンズからなる。

【0005】

そして、この光学素子は、光源から出射され光学素子に入射する手前に設けられた絞り（光透過孔）により、開口数NAを決定するようになされている。

【0006】

上記構成の光学素子では、記録光や再生光は、これら後玉レンズ及び先玉レンズにより収束され、光ディスクの光記録層に照射される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上記のような光学素子（光学レンズ）は、射出成形により形成されるプラスチックレンズ、ガラスモールド法により形成されるガラスレンズ、研磨により形成されるガラスレンズが代表的なものである。

【0008】

しかしながら、これらのレンズは、いずれも曲率半径を小さくすることが容易でなく、結果的に小径の光学レンズを作製することが容易でないという問題を抱えている。

【0009】

また、フレネルレンズの製造方法を応用して連続した曲面のレンズを製造するという案もあるが、高精度なレンズを作製することは難しい。

【0010】

本発明は、かかる従来の実情に鑑みて提案されたものであり、小型で曲率半径の大きな光学レンズを精度良く作製することが可能な光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、本発明の光学素子の製造方法は、光学材料よりなる基板の一方に面にドライエッチングにより光収束手段を形成する光学素子の

製造方法において、エッチングガスとして、酸素ガス、Arガス、Heガスから選ばれる少なくとも一種とフッ化炭素ガスとの混合ガスを用いることを特徴とするものである。

【0012】

ドライエッチングを利用することで、小型で曲率半径の大きな光学レンズが容易に作製される。

【0013】

例えば、光学材料よりなる基板上に光学レンズの形状に対応するマスク材料を形成した後、熱処理を行うことによりマスク材料の形状を表面積が小さくなるように変形させ、ドライエッチングによりこのマスク形状に応じた形状の光収束手段を基板に転写形成することにより、小型の半球レンズが形成される。

【0014】

また、このとき、エッチングガスとして酸素ガス、Arガス、Heガスから選ばれる少なくとも一種とフッ化炭素ガスとの混合ガスを用いることにより、形成される光学レンズの表面性が大幅に改善される。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した光学素子の製造方法について、図面を参照しながら説明する。

【0016】

光学素子の作製工程の概略は、図1～図4に示す通りである。

【0017】

光学素子の作製工程は、次の4工程が主なものである。

(a) 基板上にマスク材となる材料を配置する工程。すなわち、マスク材料に感光性材料を用いた場合にはスピコート法等により所定の厚さ塗布する工程。

(b) マスク材料をパターンニングする工程。マスク材料に感光性材料を用いた場合においては、露光・現像工程。

(c) 熱処理により、マスク材料の表面積が少なくなるような変形をさせて、光

学的になだらかな曲面を有する形状に変形させる工程。

(d) マスク材の形状に対応した形状を光学材料に形成する工程。本例においては、ドライエッチング法を用いてマスク材料の形状に対応した形状を光学材料に形成する工程。

【0018】

図1は、上記(a)工程を示すものであり、先ず、光学材料からなる基板1上に感光性材料をスピンコーティング法等により塗布し、マスク材料層2を形成する。

【0019】

次いで、図2に示すように、露光・現像により上記マスク材層2をパターンニングし、各レンズに対応してマスク3を形成する。

【0020】

そして、図3に示すように、熱処理を施し、マスク材料の表面積が少なくなるような変形をさせて、上記マスク3を光学的になだらかな曲面を有する形状に変形させる。

【0021】

ここで、任意の感光性材料をマスク材に用いた場合、必ずしも熱処理によりマスク材料の表面積が少なくなるような変形現象が生じ、光学的になだらかな曲面が得られるわけではない。

【0022】

例えば、熱処理温度110～150℃の範囲で検討を行ったところ、200℃以上の温度における加熱処理を行った場合においては、いずれのレジスト材料においても変質してしまう現象（いわゆる焼け付き）が生じてしまった。変質が生じてしまうと、マスク材料のエッチングレートが不均一になってしまうことになるので、マスク材料の形状に対応する形状を光学材料において得ようとする際に、形状が乱れてしまう虞れがある。

【0023】

実験結果より、マスク材料が熱処理により、光学的になめらかな面が得られる程度に丸くなる条件としては、マスク材料のガラス転移点 T_g は、熱処理温度よ

りも低いことを挙げることができる。さらに、ドライエッチング等の手法によりマスクの形状を光学レンズ形状に形成しようとする場合には、上述したように熱処理後のマスク材料が変質していないことが必要であることから、上記熱処理温度は、マスク材質が変質しない温度であることという条件が必要となる。

【 0 0 2 4 】

マスク材料の上にメッキを形成し、そのメッキを型とするような場合（レプリカを形成する場合）においては、マスク材料のエッチングを行わないので、この条件は上記の理由において必ずしも必要とはならないが、レプリカを形成する場合においても、熱処理によりマスク材料が変質する場合においては、マスク材料表面に荒れが発生する場合が多いので、「熱処理温度は、マスク材料が変質しない温度であること。」という条件は、このようなレプリカを形成する場合においても望ましい条件である。

【 0 0 2 5 】

さらには、マスクが形成されている基板の保持状態において、マスクが変形してしまうと、プロセスの再現性が容易でなくなること、およびドライエッチングプロセス中において変形してしまうとプロセスの再現性が容易でなくなることから、マスク材料のガラス転移点 T_g は、保存温度（室温）あるいは加工プロセス温度（室温付近）よりも高いこと、という条件が望ましい。

【 0 0 2 6 】

ここで、一般にガラス転移点 T_g とは、その材料がガラス状態、すなわち、決まった構造をとらず、流動が可能な状態となる境界を示す温度であることから、プロセスの安定性を考えると熱処理温度は、ガラス転移点 T_g よりも余裕を持って高い温度であることが望ましい。すなわち、マスク材料を熱処理によりその表面積が小さくなるように変形させる（熱処理によりマスク材料を流動が可能な状態とし、マスク材料の表面張力によりマスク材料を変形させる）ためには、熱処理温度はガラス転移点 T_g よりも数十℃高いことが望ましい。

【 0 0 2 7 】

より具体的には、熱処理温度はガラス転移点 T_g よりも 4 0℃程度以上高い温度とすることにより、1 時間以内にマスク材料を丸く変形させることができるの

で、高効率の製造を行うことができる。

【0028】

さらに、同様の観点から、ガラス転移点 T_g と保存温度あるいは加工温度との関係においては、保存温度あるいは加工温度とガラス転移点 T_g との差は、数十℃以内であってもよいことになる。

【0029】

以上により、マスク 3 を丸く変形させた後、図 4 に示すように、マスク 3 の形状に対応した形状を光学材料に形成する。具体的には、ドライエッチング法を用いてマスク 3 の形状に対応した形状を光学材料に形成する。これが半球レンズ 4 となる。

【0030】

このドライエッチングにおいては、磁気中性線放電を用いた高密度プラズマエッチング（NLD プラズマによる高速エッチング）を採用することが好ましい。

【0031】

また、エッチングガスの選択が重要であり、酸素ガス、Ar ガス、He ガスから選ばれる少なくとも一種とフッ化炭素ガスとの混合ガスを用いる。

【0032】

ここで、フッ化炭素ガスとしては、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、 C_5F_8 等を挙げることができる。

【0033】

具体的な組み合わせとしては、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{Ar}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{O}_2$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{Ar} + \text{O}_2$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{He}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{Ar} + \text{He}$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{He} + \text{O}_2$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8 + \text{Ar} + \text{He} + \text{O}_2$ 等である。

【0034】

上記混合ガスにおいて、Ar は物理エッチングにより表面性を向上する効果がある。酸素ガスは、炭化生成物の除去、及び選択比の調整の機能を有する。He は、放電維持のためのガス圧の調整、及び軽い物理エッチングの機能を有する。

【0035】

いずれにしても、これらの混合ガスを用いることにより、なめらかな表面性を

有するレンズが形成される。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、 $C_3F_8 + C_2F_6 + O_2$ をエッチングガスとして用いて作製されたレンズの表面性を示すものであり、図 6 は、 $C_3F_8 + C_2F_6$ をエッチングガスとして用いて作製されたレンズの表面性を示すものである。

【 0 0 3 7 】

酸素ガスを併用することで、表面性が大幅に改善されている様子がわかる。フッ化炭素ガスのみでは、表面に微細な残渣が残存している。

【 0 0 3 8 】

最後に、研磨工程により、光学レンズを所定の厚みに調整を行い、光学レンズを完成する。

【 0 0 3 9 】

本例では、基板 1 のガラス材料として溶融石英基板を用い、感光性材料を約 $20\ \mu m$ の厚さに塗布した後、約 $120\ \mu m$ の円形パターンを露光・現像工程により形成した。これを、 $150^\circ C$ の熱処理温度により変形させ、磁気中性線放電を用いた高密度プラズマエッチング（NLD プラズマによる高速エッチング）により光学レンズを作製した。

【 0 0 4 0 】

作製した光学レンズは、光学的になめらかな曲面を有する光学レンズであるとともに、光学レンズ部分の径が $120\ \mu m$ 程度のきわめて小径な光学レンズであるとともに、その光学レンズは約 $30\ \mu m$ 程度の凸部の高さを有する高い NA の光学レンズである。

【 0 0 4 1 】

さらに、作製された光学レンズは、熱処理工程を経ても基板 1 とマスク 3 が接している位置は移動していないので、マスク 3 は境界線により形状が規定されている。

【 0 0 4 2 】

ここで、マスク 3 の境界線とは、感光性材料を露光する際に用いるフォトリソマスクにより規定されるので、光学レンズの位置は極めて高精度な位置に形成されて

いる。また、光学レンズの高さは、マスク 3 の厚さにより規定される。

【0043】

上記により作製される光学レンズにおいては、感光性材料を露光する際に用いるフォトリソグラフィにより規定されるので、複数個の光学レンズが同一基板に形成されているようなマルチレンズ（あるいはレンズアレー）の場合、光学レンズの位置はその単体としての位置、およびレンズ同士の相互の位置共に高精度な位置に形成される。さらに、作製される光学レンズは、従来の拡散プロセスにより形成する光学レンズに比較して、大きなNAの光学レンズを形成することができるので、適用範囲が広い。

【0044】

【発明の効果】

以上の説明からも明らかなように、本発明に係る光学素子の製造方法によれば、小型で曲率半径の大きな光学レンズを精度良く作製することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

光学素子の作製工程を工程順に示すものであり、基板上へのマスク材料層の形成工程を示す模式図である。

【図2】

マスク形成工程を示す模式図である。

【図3】

熱処理によるマスクの変形工程を示す模式図である。

【図4】

ドライエッチングによるレンズ形成工程を示す模式図である。

【図5】

酸素ガスとフッ化炭素ガスとの混合ガスを用いてドライエッチングしたレンズの表面性を示す模式図である。

【図6】

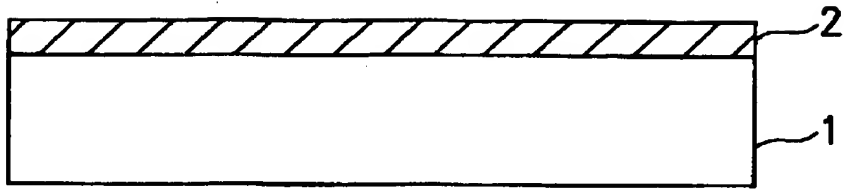
フッ化炭素ガスのみを用いてドライエッチングしたレンズの表面性を示す模式図である。

【符号の説明】

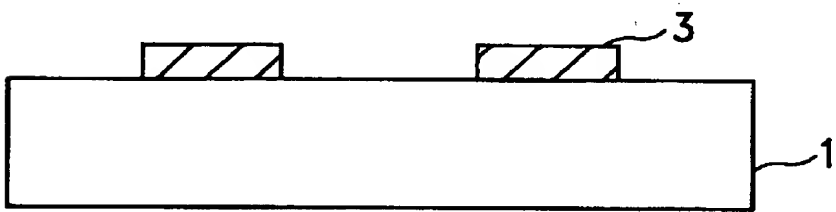
- 1 基板、3 マスク、4 半球レンズ

【書類名】 図面

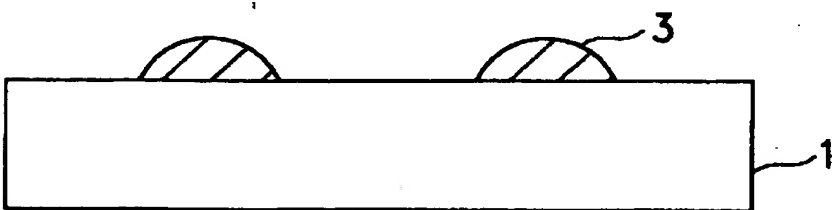
【図 1】



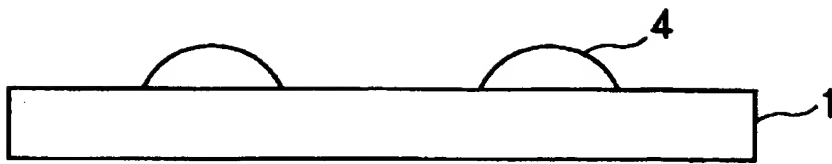
【図 2】



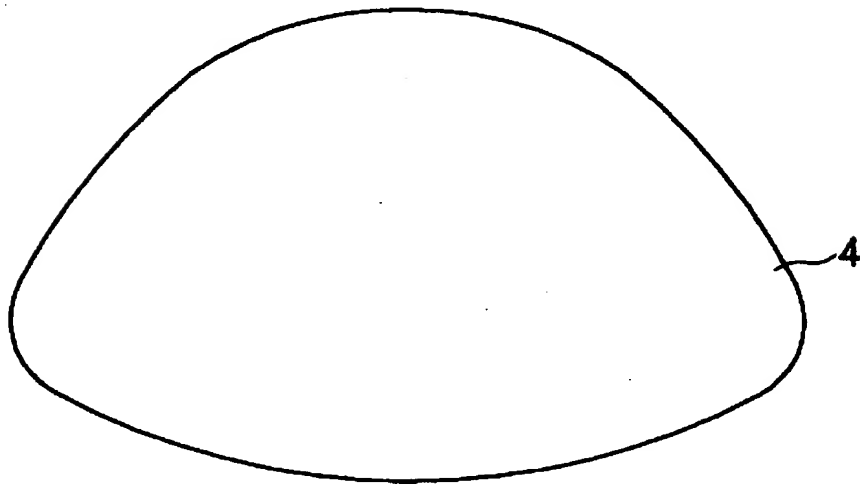
【図 3】



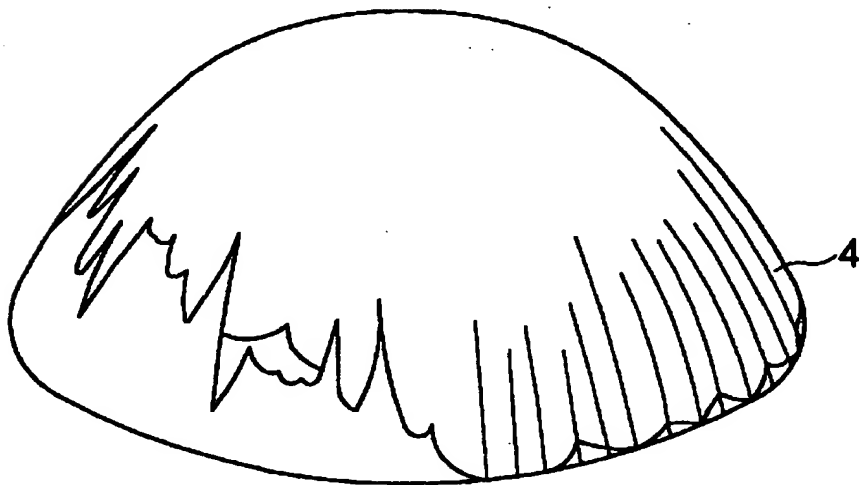
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型で曲率半径の大きな光学レンズを精度良く作製する。

【解決手段】 光学材料よりなる基板の一方に面にドライエッチングにより光収束手段を形成する。エッチングガスとして、酸素ガス、A r ガス、H e ガスから選ばれる少なくとも一種とフッ化炭素ガスとの混合ガスを用いる。例えば、光学材料よりなる基板上に光学レンズの形状に対応するマスク材料を形成した後、熱処理を行うことによりマスク材料の形状を表面積が小さくなるように変形させ、ドライエッチングによりこのマスク形状に応じた形状の光収束手段を基板に転写形成することにより、小型の半球レンズが形成される。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社